

学校编码: 10384

分类号\_\_\_\_\_密级\_\_\_\_\_

学号: 22420051302400

UDC \_\_\_\_\_

厦门大学

硕 士 学 位 论 文

无线传感器网络中定位算法的研究与设计

Research and Design of Localization Algorithm in  
Wireless Sensor Networks

徐 燕

指导教师姓名: 陈 辉 煌 教授

吴 晓 芳 老师

专 业 名 称: 通信与信息系统

论文提交日期: 2008 年 05 月

论文答辩时间: 2008 年 05 月

学位授予日期: 2008 年 月

答辩委员会主席: \_\_\_\_\_

评 阅 人: \_\_\_\_\_

2008 年 05 月

## 厦门大学学位论文原创性声明

兹呈交的学位论文，是本人在导师指导下独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考的其他个人或集体的研究成果，均在文中以明确方式标明。本人依法享有和承担由此论文产生的权利和责任。

声明人（签名）：

年 月 日

本人完全了解厦门大学有关保留、使用学位论文的规定。厦门大学有权保留并向国家主管部门或其指定机构送交论文的纸质版和电子版,有权将学位论文用于非赢利目的的少量复制并允许论文进入学校图书馆被查阅,有权将学位论文的内容编入有关数据库进行检索,有权将学位论文的标题和摘要汇编出版。保密的学位论文在解密后适用本规定。

1. 保密 ( ), 在 年解密后适用本授权书。

(请在以上相应括号内打“√”)

导师签名: 日期: 年 月 日

## 摘 要

无线传感器网络是由多个带有传感器模块、微处理模块及无线收发模块的节点根据数据采集任务的需求自组织而成的。网络中的传感器节点通过相互协作来监控、采集和处理网络覆盖范围内感知对象的信息，并传递给无线传感器网络的用户进行进一步的扩展应用。由于具有易扩展、自组织、分布式结构和实时性等特点，无线传感器网络被广泛的应用于国防军事、国家安全、环境检测、交通管理、医疗卫生、反恐抗灾等领域。这些应用中的绝大部分都需要监测和检测传感器节点所在网络范围内的各种数据信息，尤其是节点本身的位置信息。

本文利用课题组自主研发的传感器节点 SCIN(Supervisory & Controlling Intelligent Networks)收集数据，对多种无线信道传播模型进行实验分析，提出了利用 BP 神经网络来减小测距误差的 BP 衰减模型，并在此基础上本着低成本、高性能的思想，提出了一种基于 RSSI 差值模型的优化定位算法 RMIC(RSSI-Margin & Improved Chan)。仿真实验和实测实验均证明该算法具有良好的性能和稳定性。

本文首先介绍了无线传感器网络的基本体系结构、特点及其应用领域等相关背景，并在此基础上强调了定位算法在整个无线传感器网络中的重要地位。接下来，本文详细介绍了定位算法的基础理论，如定位算法的常用概念，定位算法的分类、基于测距的基本定位原理、典型的定位系统、及国内外定位算法的研究现状等。

特别地，本文将定位误差分为系统误差、信道误差和定位计算误差 3 个部分，并从各级误差入手逐个减小其对整体定位性能的影响。首先，在介绍无线电波传播特性的基础上，引出对不同信道传播模型的分析 and 讨论。在实测 RSSI 数据的基础上，对多种信道模型产生的测距误差进行仿真实验和分析比较，提出了基于 BP 神经网络的信号衰减模型，并通过弹性最陡下降的方法加快其收敛。其次，针对 SCIN 节点的特性，本文提出一种基于 RSSI 差值模型的优化定位算法 RMIC。当网络部署完成后并测得信标节点与目标节点的间距后，将多节点间的距离进行差值，再利用优化的 Chan 算法求解所得到的非线性方程以得到更优的定位结果。当由多径衰落引起的误差因有相同的反射体而具有相关性时，这种差值模型可有

效提高定位精度和稳定性。同时针对应用中信标节点冗余的情况,本文提出了建立优选信标节点库的思想,降低了由于目标节点与信标节点相对位置不同、实时干扰不同等因素对定位性能的影响。

本文对所提出的 RMIC 定位算法模型进行了详细的仿真验证。通过层层递进的方式,首先分析了不同噪声环境、不同测距误差、不同信标节点个数等因素对定位性能影响,然后给出了基于 BP 衰减模型的 RMIC 定位算法的详细仿真过程和结果分析。最后,本文介绍了 RMIC 的实物测试平台和演示结果,实测实验的结果与仿真结果基本吻合。

**关键字:** 无线传感器网络; 定位; RSSI

## Abstract

Wireless Sensor Network (WSN) consists of large numbers of cooperating small-scale disposable low-powered nodes. These nodes can supervise, collect and disposal all information in their communication range and then send results to net user. Now, WSN is wildly used in national defence, circumstance inspecting, traffic control etc. Most of these applications are based on position information of nodes. Localization plays an important role in these areas and also routing of WSN.

Based on SCIN(Supervisory & Controlling Intelligent Networks) nodes designed by ourselves, this dissertation suggested an improved range-based localization algorithm - RMIC (RSSI-Margin & Improved Chan) which suggested using BP-loss model to decrease ranging error.

Firstly, this dissertation introduced the structure and applications of WSN and then describes the basic theory of localization algorithm, like ranging theory, typical localization algorithm and current status in WSN.

Specially, this dissertation classified localization error into three parts: system error, signal loss error and computing error. And then it found ways to decrease each of them to improve the whole performance of localization algorithm. Based on the research about propagation theory of radio wave and a large number of RSSI data collected by SCIN, this dissertation compared three signal loss models through simulation test and suggested a BP-loss model to get smaller ranging error. Then, considering the character of SCIN, this dissertation suggested an improved range-based localization algorithm-RMIC. When sink node sent localization order, target node broadcasted localization request to all neighbor nodes. Anchor nodes who received the request can get the RSSI of target node and then estimated the distance from target node to them by BP-Loss model. Especially, this algorithm took the margin of these distances and solved the non-linear equation by optimized Chan algorithm to improve the accuracy. When the net has enough anchor nodes, each anchor node was treated as target nodes separately. They all had different anchor

nodes choice to keep smaller error. We got the number collection of anchor nodes corresponding to every anchor nodes. When localization really begun, target nodes found the anchor node which has the strongest RSSI. Then it chose the suitable anchor nodes from the collection

Detailed simulation experiments were operated step by step and the results indicated RMIC localization algorithm had better performance than classical RSSI algorithm.

Finally, this dissertation introduced the SCIN and shows the results of mechanism validation and demonstration.

**Key words:** Wireless Sensor Networks (WSN); Localization Algorithm; RSSI

# 目 录

|                                |     |
|--------------------------------|-----|
| 摘 要.....                       | I   |
| Abstract.....                  | III |
| 目 录.....                       | V   |
| Contents.....                  | VII |
| <b>第一章 绪论</b> .....            | 1   |
| 1.1 课题的研究背景.....               | 1   |
| 1.2 无线传感器网络概述.....             | 2   |
| 1.2.1 无线传感器网络的结构.....          | 2   |
| 1.2.2 无线传感器网络的特点.....          | 3   |
| 1.2.3 无线传感器网络的应用.....          | 4   |
| 1.3 无线传感器网络中定位的意义.....         | 5   |
| 1.4 论文研究思路和内容安排.....           | 6   |
| <b>第二章 无线传感器网络中的定位算法</b> ..... | 9   |
| 2.1 研究定位算法的常用概念.....           | 9   |
| 2.2 基于测距的定位算法.....             | 9   |
| 2.2.1 典型的测距方法.....             | 9   |
| 2.2.2 基于测距的定位原理.....           | 12  |
| 2.3 非测距定位算法.....               | 14  |
| 2.4 定位相关的其他技术.....             | 18  |
| 2.5 典型的定位系统.....               | 19  |
| 2.6 无线传感器网络定位算法性能评价指标.....     | 21  |
| 2.7 国内外研究现状.....               | 22  |
| 2.8 本章小结.....                  | 23  |
| <b>第三章 基于RSSI的测距过程研究</b> ..... | 25  |
| 3.1 无线电波传播特性.....              | 25  |
| 3.2 无线信道传播模型.....              | 26  |
| 3.2.1 自由空间电波传播模型.....          | 26  |
| 3.2.2 路径损耗模型.....              | 26  |
| 3.3 无线信道传播模型实验及分析.....         | 27  |
| 3.3.1 曲线拟合.....                | 31  |
| 3.3.2 BP衰减模型.....              | 32  |
| 3.3.3 路径损耗模型.....              | 38  |
| 3.3.4 信道传播模型的实验结果分析.....       | 40  |



|                                   |           |
|-----------------------------------|-----------|
| 3.4 本章小结 .....                    | 42        |
| <b>第四章 RMIC定位算法方案设计 .....</b>     | <b>43</b> |
| 4.1 定位的概念 .....                   | 43        |
| 4.2 无线传感器网络中定位系统的组成及工作原理 .....    | 43        |
| 4.3 RMIC定位算法设计与分析 .....           | 44        |
| 4.3.1 设计要点 .....                  | 44        |
| 4.3.2 差值定位模型 .....                | 45        |
| 4.3.3 位置坐标的优化 .....               | 47        |
| 4.3.4 建立优选信标节点库 .....             | 48        |
| 4.3.5 RMIC定位算法 .....              | 50        |
| 4.4 RMIC定位算法的仿真实验及分析 .....        | 50        |
| 4.4.1 不同噪声环境对定位的影响 .....          | 52        |
| 4.4.2 测距误差对定位的影响 .....            | 53        |
| 4.4.3 信标节点密度对定位的影响 .....          | 55        |
| 4.4.4 RMIC算法性能的综合分析 .....         | 56        |
| 4.4.5 信标节点的选择对定位的影响 .....         | 59        |
| 4.5 本章小结 .....                    | 61        |
| <b>第五章 RMIC定位算法的实测设计与实现 .....</b> | <b>62</b> |
| 5.1 系统硬件构成 .....                  | 62        |
| 5.1.1 微处理模块 .....                 | 63        |
| 5.1.2 无线收发模块 .....                | 65        |
| 5.2 系统软件设计 .....                  | 67        |
| 5.2.1 软件流程设计 .....                | 67        |
| 5.2.1 RSSI消息处理 .....              | 68        |
| 5.2.3 具体实现步骤 .....                | 70        |
| 5.3 RMIC实测实验与结果分析 .....           | 70        |
| 5.3.1 RMIC实测实验 .....              | 70        |
| 5.3.2 实测实验结果 .....                | 72        |
| 5.4 本章小结 .....                    | 74        |
| <b>第六章 总结与展望 .....</b>            | <b>75</b> |
| 6.1 研究工作总结 .....                  | 75        |
| 6.2 未来研究方向 .....                  | 76        |
| <b>参考文献 .....</b>                 | <b>77</b> |
| <b>致    谢 .....</b>               | <b>79</b> |
| <b>攻读硕士学位期间发表的论文及所做工作 .....</b>   | <b>80</b> |

## Contents

|  |     |
|--|-----|
| <b>Abstract in Chinese</b> .....   | I   |
| <b>Abstract in English</b> .....   | III |
| <b>Chapter1 Preface</b> .....  | 1   |
| <b>1.1 Research Background</b> .....                                     | 1   |
| <b>1.2 WSN Survey</b> .....  | 2   |
| 1.2.1 Structure of WSN .....   | 2   |
| 1.2.2 Character of WSN .....   | 3   |
| 1.2.3 Application Areas of WSN .....                                     | 4   |
| <b>1.3 Importance of Localization in WSN</b> .....                       | 5   |
| <b>1.4 Dissertation Structure</b> .....                                  | 6   |
| <b>Chapter2 The Localization Algorithm in WSN</b> .....                  | 9   |
| <b>2.1 Basic Words in Localization Research</b> .....                    | 9   |
| <b>2.2 The Range-based Localization Algorithm</b> .....                  | 9   |
| 2.2.1 Typical Ways of Ranging .....                                      | 9   |
| 2.2.2 Theory of Range-based Localization .....                           | 12  |
| <b>2.3 The Range-free Localization Algorithm</b> .....                   | 14  |
| <b>2.4 Other Technique about Localization</b> .....                      | 18  |
| <b>2.5 Typical Localization Systems</b> .....                            | 19  |
| <b>2.6 Estimation Standards of Localization Algorithm</b> .....          | 21  |
| <b>2.7 Research Status of Localization Algorithm</b> .....               | 22  |
| <b>2.8 Section Conclusion</b> .....                                      | 23  |
| <b>Chapter3 Ranging Research based on RSSI</b> .....                     | 25  |
| <b>3.1 Propagation of Radio Wave</b> .....                               | 25  |
| <b>3.2 Propagation Model in Wireless Channel</b> .....                   | 26  |
| 3.2.1 Free Space Propagation Model .....                                 | 26  |
| 3.2.2 Path Loss Model .....  | 26  |
| <b>3.3 Experiments of Signal Loss Research</b> .....                     | 27  |
| 3.3.1 Curve Approaching .....  | 31  |
| 3.3.2 BP Loss Model .....  | 32  |
| 3.3.3 Path Loss Model .....  | 38  |
| 3.3.4 Comparing and Conclusion .....                                     | 40  |
| <b>3.4 Section Conclusion</b> .....                                      | 42  |
| <b>Chapter4 RSSI-Margin&amp;Improved Chan Localization Algorithm</b> ... | 43  |
| <b>4.1 What's localization?</b> .....                                    | 43  |

|   |    |
|---|----|
| <b>4.2 Constitutes of Localization Systems in WSN</b>           | 43 |
| <b>4.3 Design and Experiment of RMIC Localization Algorithm</b> | 44 |
| 4.3.1 Details of Design   | 44 |
| 4.3.2 Margin Localization Model                                 | 45 |
| 4.3.3 Improved Chan   | 47 |
| 4.3.4 Build Anchor Nodes Table                                  | 48 |
| 4.3.5 Structure of RMIC   | 50 |
| <b>4.4 Experiments and Analyse of RMIC</b>                      | 50 |
| 4.4.1 Localization in Different Noise Circumstance              | 52 |
| 4.4.2 Localization based on Different Ranging Ways              | 53 |
| 4.4.3 Localization based on Different Number of Anchor Nodes    | 55 |
| 4.4.4 Analysis of RMIC  | 56 |
| 4.4.5 Localization based on Choosing Anchor Nodes               | 59 |
| <b>4.5 Section Conclusion</b>                                   | 61 |
| <b>Chapter5 Implementation of RMIC Localization Systems</b>     | 62 |
| <b>5.1 Hardware Plat</b>  | 62 |
| 5.1.1 Microprogrammed Control Unit                              | 63 |
| 5.1.2 RF Unit   | 65 |
| <b>5.2 Software Plat</b>  | 67 |
| 5.2.1 Flow Chart  | 67 |
| 5.2.2 RSSI Convert  | 68 |
| 5.2.3 Details   | 70 |
| <b>5.3 Experiments and Analysis</b>                             | 70 |
| 5.3.1 RMIC Experiments  | 70 |
| 5.3.2 Analysis  | 72 |
| <b>5.4 Section Conclusion</b>                                   | 74 |
| <b>Chapter6 Conclusion and Prospect</b>                         | 75 |
| <b>6.1 Conclusion</b>   | 75 |
| <b>6.2 Future Work</b>  | 76 |
| <b>References</b>   | 77 |

# 第一章 绪论

## 1.1 课题的研究背景

随着计算机、无线通信、半导体技术及微电子技术的迅速发展，上世纪 90 年代末在美国开始了无线传感器网络的研究，并首先在军方应用开始推广。这种全新的信息获取和处理模式，实现了低成本、微型化、智能化，同时也融合了传感器技术、信息处理技术和网络通信技术。

无线传感器网络是由一组按需部署的集成有传感器模块、数据处理模块和无线通信模块的节点以自组织方式构成的，其目的是通过节点间的相互协作来监控、采集和处理网络覆盖范围内监测对象的信息，并传递给无线传感器网络的用户。传感器节点常常被部署或随机抛撒到网络用户感兴趣的区域，通过自组织的方式快速形成一个无线传感器网络，每个传感器节点都有自己的感知和控制范围，可以通过不同的传感设备，如温度、声音或光敏设备，化学分析装置，电磁感应装置或针对特定监测任务的专用传感装置等，来监测周围物理环境的改变。它也可以处理收集到的探测数据，将处理后的数据无线传输给汇聚节点。为了节省传输能量消耗，传感器的传输距离一般为数米至百米。当汇聚节点距离传感器节点比较远时，传感器节点通过多跳的方法将数据经由多个传感器节点组成的路由传回汇聚中心。

作为一个多学科交叉的领域，无线传感器网络具有强大的数据获取能力和广泛的应用范围，可以使人们在不同时间和环境条件下获取大量有价值的信息。由于具有易扩展、自组织、分布式结构、健壮性和实时性等特点，无线传感器网络被广泛的应用于国防军事、国家安全、环境检测、交通管理、医疗卫生、反恐抗灾等领域。2003 年 2 月，无线传感器网络被美国《技术评论》杂志评为对人类未来生活产生深远影响的十大新兴技术之一；同年 8 月，美国《商业周刊》的技术评论将无线传感器网络定位为 21 世纪高技术领域的四大支柱型产业之一<sup>[1]</sup>。

定位是无线传感器网络的共性技术之一，是无线传感器网络中不可或缺的一部分。随着无线传感器网络的发展，其网络定位机制已经被越来越多的人所重视。由于无线传感器网络的应用区域常为人类不适合进入的区域或敌对区域，传感器

节点通常由飞行器撒播、人工埋置等方式散布在被监测区域里，而大多数无线传感器网络的应用必须与节点的位置信息结合才有意义。同时，节点的位置信息对于无线传感器网络的路由也很重要，它是时间同步和路由技术的基础。利用节点位置信息优化后路由可以更好的提高系统性能，安全性，节省宝贵的电能。因此，研究无线传感器网络首先需要解决的就是以最小的硬件代价和通信开销来获取应用环境中节点的位置信息。

## 1.2 无线传感器网络概述

### 1.2.1 无线传感器网络的结构

如图 1-1 所示，一个典型的无线传感器网络通常由四个部分组成：监测对象 (Object)、传感器节点 (Sensor Nodes)、汇聚节点 (Sink Node) 和监测管理者 (Supervisor)。

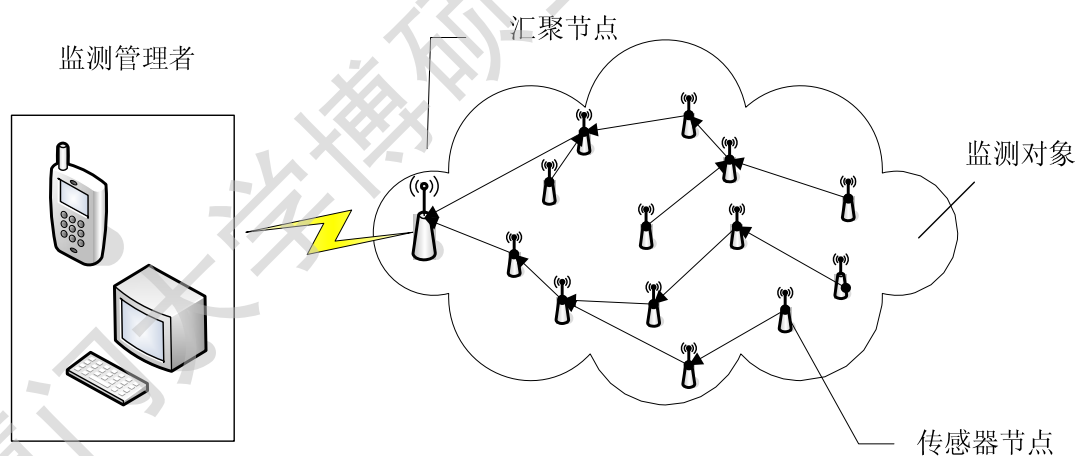


图 1-1 典型的无线传感器网络

网络中的传感器节点具有传感器模块，数据处理模块及通信模块。每个传感器节点按照应用需求来采集环境数据，如温度、湿度、光强、磁场等。节点之间使用无线多跳方式通信，将采集到的数据通过多个中间节点转发最终传递给汇聚节点。数据在经过汇聚节点时，经过一定的处理提取有用信息，再由汇聚节点通过 Internet 或串口通信等方式将信息递交给监测管理者。

### 1.2.2 无线传感器网络的特点

- 分布式

网络中没有严格的控制中心，所有节点地位平等，节点之间通过分布式的算法来协调彼此的行为，是一个对等式网络。节点可以随时加入或离开网络，任何节点的故障不会影响整个网络的运行，具有很强的抗毁性。

- 自组织

通常网络所处物理环境及网络自身有很多不可预测因素，如节点的相邻关系不可预知，无线通信质量受环境影响无法预测，网络环境中的突发事件不可控等等。这要求传感器节点可以在无需人工和任何其他预置就可快速自动组网，自动进行配置和管理，通过适当的网络协议和算法自动转发检测数据。

- 拓扑变化

传感器节点的移动、状态切换、失效以及新节点入网、网络通信环境的变化等因素都会引起网络拓扑结构发生变化。因此，传感器网络系统具有能够适应拓扑变化，具有动态可重构的性能。

- 无统一协议

无线传感器网络通过感知网络覆盖范围内的物理量来获取信息。不同应用所要监测的物理量不同，对网络的要求也不同，网络的硬件平台、软件系统和通信协议也有很大差异。因此，无线传感器网络没有统一的通信协议，只能针对每个具体应用来进行设计。这是无线传感器网络不同于传统网络的一个显著特征。

- 节点能力有限

无线传感器网络的应用很广泛，但传感器节点本身所具有的能量、处理能力和存储能力等十分有限。在实现各种网络协议和应用系统时，设计人员需要考虑以下限制：

- ⇒ 电源能量受限。传感器节点的微型化使得节点的电池能量有限，而且由于物理限制也很难给节点更换电池。节点中的传感器模块、微处理器模块和无线通信模块都需要消耗电能，尤其是无线通信模块。通常 1 比特信息传输 100m 距离所需要的能量大约相当于执行 3000 条计算指令所消

耗的能量<sup>[2]</sup>。

- ⇒ 计算和存储能力有限。传感器节点的设计常以廉价微型为目标，这也相对使得传感器节点处理能力较弱、存储器容量较小，不宜进行复杂的计算。一些成熟的协议和算法开销过大，并不适用于无线传感器网络。因此针对无线传感器网络的设计必须充分考虑实际应用，利用有限的资源来实现简单、有效的协议和算法。
- ⇒ 通信能力有限。一般来说，无线通信的能量损耗与节点间的通信距离平方成正比指数比。通信环境中的障碍物、天线质量和高度等因素都会带来不同程度的能量损耗。

### 1.2.3 无线传感器网络的应用

#### ● 工业控制与监测

在工业车间中，可通过各种传感器节点来监测车间中阀门、加热器等输入设备的状态，将监控数据，阀门的状态、设备的状况、贮存原料的温度和压力等数据传递给控制室。采用这种无线方式，可以避免使用大量屏蔽电缆，相应成本较低。此外，利用无线传感器网络还可以进行商用灯光控制、工业有害气体检测、对旋转或移动机械设备的监控、建筑物内的暖通空调系统等。

#### ● 家庭自动化与消费电子

无线传感器网络在家庭中的主要应用是个人电脑的外设，如无线键盘和鼠标。这些应用设备充分利用了无线传感器网络必须具备的低成本和低能耗的优点。在家庭中的另一种应用是基于传感器的信息家电，这种家电可以相互紧密合作并与房屋居住者透明互动，如智能家具体系、汽车的遥控无钥开门功能、遥控玩具等。

#### ● 军事与安全

传感器节点体积小，不易被发现，可将其伪装成石头、树木等。它具有冗余度，不会因为单点失效而整体失效，在战争中具有不易摧毁的特点。应用无线传感器网络代替防御边界上的警卫和岗哨，可以使士兵远离危险地带。在地雷中采用无线传感器网络后，可以避免在战斗中杀伤己方人员。除此之外，无线传感器

网络还可通过定位和识别目标以防范可能的袭击等。

在安全监测中,灾难救援是无线传感器网络的重要应用。如在一个坍塌的多层建筑物中,水和煤气传感器可帮助救援人员了解碎石下的状况。即使原大楼没有安装附加的传感器,工作人员也可根据仍在工作的节点编号和它们在大楼倒塌前后的位置分析大楼如何坍塌的以及哪里可能有气穴或其他人类可能存活区域。收集这些数据后加以分析,还可以使将来的建筑物更安全。

此外,应用于滑雪者或其他登山者的雪崩救援信标目前已经上市,这也是很典型的无线传感器在安全救援上的应用。

### ● 物资跟踪和供应链管理

无线传感器网络有望大规模应用在物资跟踪和供应链管理中,如确定大型港口集装箱的位置,铁路调度场中需要安排的成千上万辆各种类型的车皮,快速而精确找到所需商品的位置以保障整个供应链高效的运转等。

### ● 智能农业与环境感知

无线传感器网络可以在农田中收集土壤的温度和湿度,判断是否需要喷洒杀虫剂和除草剂,是否需要施肥、接收的日照等信息和数据;同时,它也可以在牧场中定位牲畜在牧场中的位置,判断是否需要防范寄生虫;在各种不同的环境中,它可以检测和感知浓度很低的污染物。

### ● 健康监测

无线传感器网络可以对运动员身体机能进行监测,如通过可穿戴传感器测量运动员的脉搏和呼吸频率,然后将这些信息传递给个人电脑以备分析;还可以进行家庭健康监测,如个人体重管理、监测糖尿病患者每天的血糖量、远程监测慢性病患者等<sup>[3]</sup>。

## 1.3 无线传感器网络中定位的意义

无线传感器网络的绝大部分应用都与监测所在网络范围内的各种数据信息分不开,而网络中节点的位置信息对这些监测活动至关重要。在无线传感器网络的很多应用中,监测到事件后需要得到的下一个信息就是该事件发生的位置,因此定位是大多数应用,特别是军事应用的基础。对于这些应用,传感器节点必须



Degree papers are in the "[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)". Full texts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to [etd@xmu.edu.cn](mailto:etd@xmu.edu.cn) for delivery details.

厦门大学博硕士论文摘要库